

城市水资源开发利用趋势和策略探讨

裴源生 赵 勇 张金萍

(中国水利水电科学研究院水资源研究所 北京 100044)

摘要 详细讨论了我国城市水资源开发利用趋势和问题,认为城市供水将是未来水资源开发利用的重点,生活和生态环境用水将迅速增加,水资源短缺将促进高效用水和部分农业用水向城市转移,水资源开发利用方式也将发生相应变化,供水安全、水源地安全和城市防洪排涝安全将日益重要。将全国分为六大区,根据各分区自然条件、水资源和社会经济状况,讨论了各分区城市水资源开发利用策略,提出了解决各分区城市水资源问题的出路。

关键词 城市水资源 城市化 水资源开发 水资源利用

中图分类号 :TV213 **文献标识码** :A **文章编号** :1006-764X(2005)04-0001-04

Trend and strategies for urban water resources development and utilization/PEI Yuan-sheng, ZHAO Yong, ZHANG Jin-ping(*Department of Water Resources, China Institute of Water Resources & Hydropower Research, Beijing 100044, China*)

Abstract :The trend and some issues of urban water resources development and utilization in China were discussed. It is emphasized that urban water supply will be the key point of water resources development and utilization in future, that the domestic and eco-environmental water demand will increase rapidly, and that the shortage of water resources will promote the effective utilization of water resources and the transfer of the part of water for agricultural utilization into cities. Accordingly, the mode of water resources development and utilization will change, and the safety of water supply, water sources, and urban flood control will become more and more important. Based on the above thoughts, the whole country was divided into six areas. The strategies for urban water resources development and utilization of different areas were discussed according to their natural condition and current situation of water resources and social economy, and the some solutions were put forward.

Key words :urban water resources; urbanization; water resources development; water resources utilization

1 我国城市发展现状及走向

城市化是社会生产力发展、技术进步和产业结构调整的结果。改革开放以来,我国城市化进程明显加快,已开始进入城市化加速发展阶段,城市化率已由 1978 年的 17.9% 提高到 2002 年的 39.1%。据预测,到本世纪中叶,我国城市化率将达到 60% 左右^[1]。

在中国地域经济系统中,形成了一批数量多、规模大的城市群,不但在本分区内起到社会经济发展中心的作用,有些还辐射到相邻分区。根据城市数量、地理位置、中心作用等因素,可以分为辽中南城市群、京津唐城市群、山东半岛城市群、郑州十字城市群、长江三角洲城市群、珠江三角洲城市群和成渝城市群七大城市群^[2,3]。

从国内外城市的产生和发展历程可以看出,城市的发展与社会经济的发展是紧密相连的。生产力和国民经济发展推动了城市的发展,城市化是国民经济发展到一定阶段必然出现的现象。我国人均

GDP 从解放初(1952 年)的 199 元增加到 1999 年的 6547 元,第二、第三产业占国民经济的比例从 49.5% 增加到 82.4%,同时城市化率也从不到 13% 增长到 31%。城市化率是随着人均 GDP 和第二、第三产业占国民经济的比例的增加逐步增加的^[4]。

根据我国的长远战略目标,到本世纪中叶要达到中等发达国家水平,人均 GDP 要达到 7500 美元,第二、第三产业占国民经济的比例也将达到 93.5%。在这种情况下城市化率必然大大提高,根据预测到本世纪中叶,我国人口将达到峰值 16 亿,城市化率将达到 60%,即城市人口 9.6 亿,是现在城市人口的 2 倍左右^[1]。在这期间特大型城市将显著增加,长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区将形成覆盖广阔的城市群,以北京、上海为代表的一些国际化大都市将形成,中、小城镇也将星罗棋布。

2 城市水资源开发利用的趋势和问题

城市化的迅速发展,使城市水资源开发利用出

作者简介:裴源生(1948—)男,山西灵石人,教授级高级工程师,从事水资源高效利用和合理配置研究。

现了一些新的趋势和问题, 给我国城市水资源工作带来了挑战和机遇, 使未来城市水资源的开发利用呈现出一些新的特征.

2.1 城市供水将成为水资源开发利用的重点

我国水资源开发利用的重点将逐步从农业供水向城市供水转移. 随着城市化的发展, 城市需水不断增长, 水资源的开发利用需求越来越大. 城市供水占总供水量的比例将从目前的 25% 增长到 39%. 到本世纪中叶, 我国供水将增加 1700 亿 m^3 , 其中 1400 亿 m^3 是用于解决城市用水, 即未来新增供水的 82% 是城市供水^[4]. 因此, 未来城市供水将是我国水资源开发利用的重点.

2.2 生活用水增长迅速, 生态环境用水增加

生活用水和生态环境用水增加是城市化发展进程中的显著特点. 随着国民经济的发展, 居民生活水平不断提高, 对生活用水的要求越来越高, 人均生活用水量将有所提高, 加上人口的不断增长, 到本世纪中叶生活用水总量将增长 193%. 随着国际化及旅游、商业、服务业等现代化类型城市的发展以及人们生活水平、教育水平的提高, 城市生态环境的要求逐渐提高, 城市生态环境用水将会普遍增加, 供水水源的水质和自来水处理要求也会提高.

2.3 农业供水将会向城市供水转移

部分农业供水向城市供水的转移是城市化进程中水资源开发利用的一种必然现象. 城市化的发展使城市用水的需求不断增长, 而我国水资源有限, 特别是北方地区水资源严重缺乏, 造成供水水源不足. 城市供水的经济效益明显大于农业供水, 在商品供需经济规律的支配下, 农业供水将有一部分逐渐向城市供水转移. 然而水并不是完全的商品, 具有一定的社会性. 随着这种趋势的出现, 我国需要进一步完善水权和水市场法律法规, 既要保证农业用水, 又要促进城市的可持续发展.

2.4 水资源高效利用是必然趋势

城市化的进程将促进水资源的高效利用. 我国城市水资源短缺, 而城市用水需求不断增加, 必然会促进城市水资源的高效利用. 城市水资源的高效利用包括高效益和高效率地用水, 加大节水力度, 增加废污水处理回用和集雨利用等, 同时会提高单方水的产出效益. 随着国民经济的发展, 具有了更强的经济能力, 水资源高效利用的投入也会相应增加, 采取节水、废污水回用、集雨利用、海水淡化等高效利用措施已经成为城市化进程中水资源开发利用的必然趋势.

2.5 水资源开发利用方式将出现重大变化

由于未来水资源开发利用的 80% 以上的新增供水量应用于城市供水, 因此未来水资源开发利用方式的变化主要体现在城市供水上. 我国北方城市供水多以地下水供水为主, 地下水超采严重, 地下水位不断下降, 许多城市供水出现困难, 采用跨流域调水解决城市用水成为新的水资源开发利用方式. 我国南方地区一般降雨丰富, 城市大多就近沿河湖取水, 地下水和水库供水所占比例相对较少. 城市化的发展使南方城市用水需求激增, 南方个别城市也产生了因河道水量较小而导致供水不足的现象. 随着城市化的进一步发展, 南方地区城市水资源的开发利用仍会以河湖取水为主, 但地下水和水库供水的比例将有所增加, 也将会出现一些跨流域调水工程, 沿海地区城市的集雨利用和海水利用也会有较大发展, 而水库蓄水作为供水水源将是沿海地区重要的水资源开发利用方式.

2.6 城市防洪排水问题突出

城市防洪排水安全成为城市水资源开发利用的重要问题. 随着城市化的进程, 城市土地利用方式发生了结构性的改变, 不透水面积的增加以及城区的扩展, 削弱了调蓄当地雨洪与外洪的能力. 由于人水争地, 调蓄洪水的湖泊洼淀大面积萎缩, 城市化与河流的渠道化增加了洪峰流量, 洪水的频率与量级, 加剧了城市洪水危险, 导致洪涝灾害相当频繁. 我国许多城市的防洪并不单纯是抵御河道洪水, 提高城市排涝能力也是必要的. 城市地面硬化直接改变了当地的雨洪径流形成条件, 严重影响土壤及地下水与外界的交流 and 自我净化调节功能, 并且容易造成城区洪涝渍灾.

2.7 水源地污染加剧

城市用水快速增长带来的影响是污水排放大量增加, 由于我国城市污水处理能力远远不足, 城市周边水域急剧恶化, 恶化了城市水源地, 进一步加剧了城市水资源的紧张状况, 导致许多城市守着水源没水吃. 《全国城市水资源规划》^①研究表明, 365 座研究城市中有 21 座城市是由于水质污染造成的缺水. 城市化的发展不仅导致地表水水源的污染, 在我国北方地区, 由于地下水超采导致大面积海水入侵和地面沉降, 地下水劣变加速, 进一步导致城市水源的减少.

2.8 应急供水问题凸现

城市在我国的社会经济发展进程中具有极为重要的战略地位, 保证其供水安全在某种意义上来说就是为全国的社会经济发展提供保障. 城市供水的

①裴源生, 罗琳. 全国城市水资源规划. 中国水利水电科学研究院水资源研究所, 2002.

保证率和水质要求都很高,一旦出现供水危机,不但严重影响人民生活,而且将造成巨大的经济损失和不良的社会政治影响。因此,如何应对紧急情况下出现的供水危机,保证城市安然度过难关,是城市化过程中面临的迫切问题。为防患于未然,必须对城市供水提出切实可行的应急对策与应急预案。

3 城市水资源开发利用策略

城市供水得到保证是城市赖以生存和发展的前提。改革开放以来,特别是 20 世纪 90 年代以后,我国许多大中城市建设了一批城市供水项目,同时也加大了节水力度,引黄、引黑、引碧、引滦等一系列大规模城市供水工程的实施,使得一些原本严重缺水的城市实现了水资源的供需平衡或者缺水现象得到了缓解。单从公共供水的水厂统计来看,从 1991 年至 1998 年的 8 年间,全国城市水厂日供水能力净增超过 6800 万 m^3 ,1999 年总能力达到 13970 万 m^3 ,同时期全国城市水厂的年供水总量也从 179 亿 m^3 增加到 264 亿 m^3 。但由于我国社会经济的快速发展,城市化率大大提高,城市需水量激增,城市供水紧张的现象还普遍存在,一些城市的缺水状况甚至加剧,许多新建城市的供水设施很不完善,城市缺水矛盾依然十分突出。《全国城市水资源规划》研究表明,365 座研究城市中有 273 座城市缺水,缺水总量达到 63.5 亿 m^3 ,如果限制超采地下水,缺水量将达到 95.7 亿 m^3 。

我国幅员辽阔,各地自然条件千差万别,社会经济发展很不平衡,城市的发达程度也极为悬殊,而且有各自的战略发展方向及未来定位,因此城市水资源开发利用的途径各不相同,方案制定必须因地制宜。本文将我国分为六大区,根据各分区自然条件、水资源和社会经济状况,区内各项条件的相似性和关联性,考虑分区内各城市之间的共性与差异,按照可持续发展的原则,研究各分区实现城市水资源供给安全的战略方向,提出宏观指导性意见和主要措施建议。

3.1 华北地区

华北地区城市在国民经济发展中占有重要位置,特别是京津唐城市群在全国政治、经济、文化等各方面都具有举足轻重的地位,对区域的社会经济发展起着重要的辐射和带动作用。但华北地区也是全国水资源最为紧缺的地区。《全国城市水资源规划》研究表明,1999 年华北地区缺水 27.8 亿 m^3 ,缺水率 20.2%,如果不超采地下水,缺水量将高达 52.2 亿 m^3 ,其中海河平原和山东半岛是全国缺水最严重的地区。到 2010 年,在最大限度挖掘当地潜力的情况下,华北地区水

资源仍然缺少 41.7 亿 m^3 ,缺水率为 23.7%,若除去超采的 24.4 亿 m^3 的地下水,缺水量将高达 66.1 亿 m^3 ,缺水率达到 37.5%。整体来说,华北地区属重度资源型缺水地区,城市的高速发展导致大量挤占农业用水,矛盾突出,并已引发了一系列严重的生态与环境问题。除个别地区外已无多余水量可供开发,而且多年来当地节水工作开展得比较好,虽然进一步节水仍有一定潜力,但也有限。随着各项措施的深入实施,节水及污水治理、回用的边际成本将会急剧升高,边际效益快速下降。因此,该地区解决城市缺水问题的根本途径应是从丰水地区跨流域调水。未来的新水源重点考虑了天津地下岩溶水开采,山西的引黄及其他一些地表水引、提工程,如册田水库引水、娘子关提水、水泉湾引水等,山东的青岛、烟台、威海等重度缺水城市也规划了一些小规模供水项目。

3.2 东北地区

东北地区是我国的老工业基地,已形成的辽中南城市群和正在逐步形成的哈尔滨城市群聚集了东北地区主要的工业城市,是整个地区的经济中心,在国民经济发展中的地位十分重要。辽中南城市群地区水资源紧张,主要属资源型缺水,在全国范围内也属最为严重之列。黑龙江省和吉林省水资源相对丰富,缺水类型以工程型为主。《全国城市水资源规划》研究表明,若没有东水西调跨流域调水工程,2010 年全区城市水资源短缺 7.3 亿 m^3 ,若不超采地下水,将缺水 13.1 亿 m^3 ,东北地区城市缺水主要发生在辽宁省。因此在大力开展节水、污水处理回用以及雨洪水和海水利用的基础上,适当考虑区内的跨流域调水是十分必要的,建议尽快实施解决辽宁部分工业城市缺水问题的东水西调工程项目。而黑龙江省和吉林省应在充分节水的基础上,新建水源工程,提高地表水开发利用的程度。辽宁省多数城市都规划了供水工程,如沈阳的石佛寺、大连的引英入连、鞍山的引细入汤、抚顺的关山和前腰水库等等,但这些尚不能根本解决城市的缺水问题。吉林省和黑龙江省的绝大部分城市都规划有城市供水工程,如长春引松入江和新立城水库增容、哈尔滨的西泉眼水库输水及水厂扩建,再加上节水等其他措施,到 2010 年基本可以实现城市水资源的供需平衡。

3.3 华东地区

以上海为中心的长江三角洲城市群是华东地区的社会经济中心,也是整个长江流域社会经济发展的龙头,而且在全国的国民经济发展中具有举足轻重的作用。总体来说,华东地区水资源相对丰富,但由于经济发展迅速,人口密度大,城市工业废水和生活污水排放量大,处理程度低,造成一些地区,尤其

是安徽、苏南及太湖周边的城市水质污染严重,出现了水质型缺水现象.华东一些省份属沿海地区,特别是浙江、福建的河流集雨面积小,河短流急,径流不稳定,因此造成工程型缺水.此外,有些沿海及岛屿城市也有资源型缺水现象.《全国城市水资源规划》研究认为,该地区2010年尚缺水7.4亿 m^3 .根据各种措施对缓解缺水的贡献率,华东地区各城市应首先加大节水及废污水治理、回用力度,控制需求,减少污染,同时可采取措施增加城市供水.工程型缺水城市适当新建供水工程,而沿海及岛屿城市也应考虑积极开发和利用海水资源,力求实现城市水资源的供需平衡,保证社会经济的持续发展.

3.4 中南地区

该地区以广州、深圳为中心的珠江三角洲城市群是整个区域乃至全国的重要外向型经济开发区,高科技产业发达,国际贸易占重要地位,经济和贸易方面在全国有重要影响.正在形成的武汉城市群及其他规划城市也对中南地区的社会经济发展起到了重要作用.一般来说,中南地区水资源丰富,长江、珠江两条大河流经该区,许多城市可傍河引水,城市缺水现象并不十分严重.但珠江三角洲部分城市由于工业发达且人口集中,排污量大而污水治理力度不够,造成水质型缺水.该地区实现城市水资源供需平衡的战略举措应是污水治理、回用与节水并举,沿海地区积极研究海水利用的可能性,并适当兴建一批水源工程,满足城市发展的要求.中南地区规划兴建的主要供水工程有武汉的白沙洲和余家头水厂扩建、长沙市自来水八厂、广州黄涌供水工程、深圳西部供水工程、南宁三津水厂、海南的迈湾水库和大隆水库等等.

3.5 西南地区

成渝城市群集中了西南地区相当一部分的经济量,在全地区的经济发展中占有重要地位.西南地区整体经济发展落后于东部地区,城市化进程也相对滞后,但在开发西部的过程中,城市在技术、资金、信息等方面对区域经济的带动是必不可少的.西南地区总体上水资源丰富,但重庆、成都、昆明等重点城市所在区域以及贵州部分地区降水量偏小,当地水资源相对短缺.西南地区地势复杂,许多城市位于山区,或远离水源,或虽依河而建但城高水低,造成工程型缺水.经过分析,该地区解决城市缺水问题除进行节水,搞好污水治理、回用,并开展集雨利用外,有必要新建一部分水源工程,特别是蓄水工程,还应考虑对资源型缺水地区采取区间调水的方式.西南地区规划了一批主要是蓄水工程的水源工程,主要有重庆的玄天湖和大滩口水库、四川巴中化成水库配套、

贵阳的鱼洞峡水库、昆明的云龙和坝塘水库等.

3.6 西北地区

西北地区地广人稀,城市在区域社会经济发展中的作用尤为突出,随着西部大开发战略部署的逐步实施,城市将得到进一步发展,其在区域社会经济发展中的中心地位将得到进一步加强.西北地区位于干旱、半干旱的内陆区,属典型的资源型缺水,而且污水无排放出路,只能留存在内陆,会对当地产生持久危害,因此,解决城市缺水问题应特别重视节水和治污.该地区城市多傍河而建,虽然当地水资源有限,但有一定的过境水量可供开发利用,部分位于地下水较丰富地区的城市也可考虑开发利用地下水资源.除新疆外,西北地区其余省(自治区)基本属于黄河流域,黄河本身缺水,多数支流水源不足,许多已出现断流,所以解决城市缺水问题除个别可采用流域内区间调水外,远期总体上需要考虑跨流域调水.目前西部地区尚未大规模开发,城市发展也相对滞后.近期应在充分节水、治污的基础上,以开发、利用过境水和地下水以及区间调水为主,并大力开展集雨利用.西北地区规划利用地下水的城市水源工程主要有陕西省延安市的机井工程和兴平的渭河傍河机井群,宁夏的两个规划城市(银川市和石嘴山市)均是利用地下水,其中银川市是开发南郊水源地的深层地下水,石嘴山市大武口二水厂也是开发深层地下水.其余多是傍河城市引过境水,如兰州市自来水厂引黄河水以及天水市引金家河水等.

4 结 语

城市化是我国社会经济发展的必然趋势,城市化进程给我国水资源开发利用带来了一系列问题,研究和探索我国城市水资源开发利用趋势和策略对促进城市可持续发展具有重要意义^[1].国际上对城市水资源开发利用问题非常重视,随着我国城市化的发展,我国也应加强这方面的研究,保障城市和社会经济的可持续发展及城市居民生活水平的提高以及人居环境的改善.

参考文献:

- [1] 张国良. 21世纪中国水供求[M]. 北京:中国水利水电出版社, 1999.
- [2] 顾朝林, 柴彦威. 中国城市地理[M]. 北京:商务印书馆, 1999.
- [3] 吴传钧. 中国经济地理[M]. 北京:科学出版社, 1998.
- [4] 裴源生, 罗琳, 陈一鸣. 我国城市化与水资源开发利用展望[A]. 郭生练. 水问题研究与进展[C]. 武汉:湖北科学技术出版社, 2003. 208—214.

(收稿日期 2005-01-18 编辑 熊水斌)